

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-336067

(43)Date of publication of application : 17.12.1996

(51)Int.Cl.

H04N 5/225

H04N 7/18

(21)Application number : 07-143324

(71)Applicant : OHBAYASHI CORP

(22)Date of filing : 09.06.1995

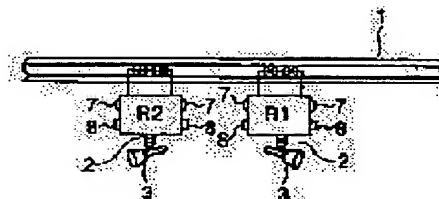
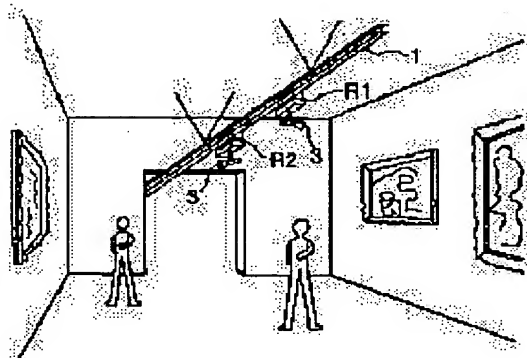
(72)Inventor : TAKEMOTO YASUSHI

## (54) CONTROL METHOD FOR MULTI-ROBOT SYSTEM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To use a track in common, to avoid collision of respective robots by a simple control system and to prevent the practical interruption of the command operation of the respective robots in a multi-robot system in which many individually controlled robots travel.

CONSTITUTION: When the approach of a first robot camera R1 operated corresponding to a command information A for sampling information to be supplied to a client (a) and a second robot camera R2 operated corresponding to the command information B for sampling the information to be supplied to the client (b) is detected in an approach sensor 7, a command information changeover processing for supplying the command information A to the second robot camera R2 and simultaneously supplying the command information B to the first robot camera R1 and sampling information changeover for changing video signals from the first robot camera R1 to the ones for the client (b) and simultaneously changing the video signals from the second robot camera R2 to the ones for the client (a) are processed in relation.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3152107

[Date of registration] 26.01.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 26.01.2004

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-336067

(43) 公開日 平成8年(1996)12月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 N 5/225  
7/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 N 5/225  
7/18

技術表示箇所

C  
F

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平7-143324

(22) 出願日

平成7年(1995)6月9日

(71) 出願人 000000549

株式会社大林組

大阪府大阪市中央区北浜東4番33号

(72) 発明者 竹本 靖

東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式

会社大林組技術研究所内

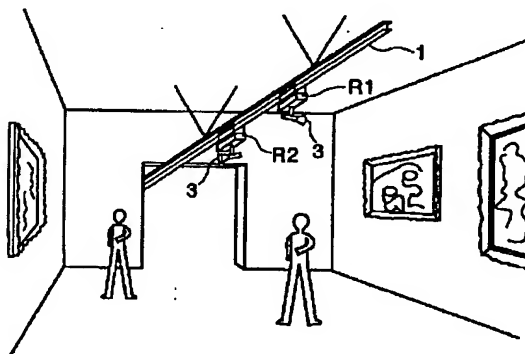
(74) 代理人 弁理士 一色 健輔 (外2名)

(54) 【発明の名称】 マルチロボットシステムの制御方法

(57) 【要約】

【目的】 個別制御される多数のロボットが走行するマルチロボットシステムで、軌道を共通化し、しかも簡単な制御システムで各ロボットの衝突を回避し、かつ各ロボットの指令作業を実質的に中断させないで済むようにする。

【構成】 指令情報Aに従って動作していてクライアントaに配給する情報を採取している第1のロボットカメラR1と、指令情報Bに従って動作していてクライアントbに配給する情報を採取している第2のロボットカメラR2との接近が接近センサ7にて検出された場合に、指令情報Aを第2のロボットカメラR2に与えると同時に指令情報Bを第1のロボットカメラR1に与える指令情報切替処理と、第1のロボットカメラR1からの映像信号をクライアントb向けに変更すると同時に第2のロボットカメラR2からの映像信号をクライアントa向けに変更する採取情報切替処理とを関連して行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 以下の各構成要件①～⑤を備えたことを特徴とするマルチロボットシステムの制御方法。

①情報採取用のセンサ類を搭載した複数台のロボットが共通の軌道に沿って走行する。

②各ロボットは中央制御部から個別に与えられる時系列の指令情報に従って動作し、前記軌道上での走行方向および走行速度は個別に制御される。

③各ロボットで採取された採取情報はそれぞれ指定のクライアントに配給される。

④前記軌道上において2つのロボットが接近してきて両者の間隔が所定以下になったことを検出する接近検出手段がある。

⑤指令情報Aに従って動作してクライアントaに配給する情報を採取している第1のロボットと、指令情報Bに従って動作してクライアントbに配給する情報を採取している第2のロボットとの接近が前記接近検出手段にて検出された場合に、指令情報Aを第2のロボットに与えると同時に指令情報Bを第1のロボットに与える指令情報切替処理と、第1のロボットによる採取情報をクライアントb向けに変更すると同時に第2のロボットによる採取情報をクライアントa向けに変更する採取情報切替処理とを関連して行う。

【請求項2】 請求項1において、各ロボットと前記接近検出手段は前記中央制御部にデータ伝送路で結合されており、前記接近検出手段の検出信号に応じて前記中央制御部が前記指令情報切替処理および前記採取情報切替処理を実行することを特徴とするマルチロボットシステムの制御方法。

【請求項3】 請求項1において、各ロボットには前記軌道上にて2台のロボットが接触したときに互いに信号授受可能に結合するコネクタを設けておき、前記指令情報切替処理や前記採取情報切替処理に伴って必要となるデータを接触したロボット間で前記コネクタを介して交換することを特徴とするマルチロボットシステムの制御方法。

【請求項4】 請求項3において、接触した2台のロボット間で前記コネクタを介して所要のデータを交換することで、前記指令情報切替処理および前記採取情報切替処理をこの2台のロボットの側で実行することを特徴とするマルチロボットシステムの制御方法。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかにおいて、前記接近検出手段により2台のロボットの接近が検出されたときに、両ロボットに与えられている指令情報に優先して両ロボットの相対速度を徐々に小さくする制動制御を両ロボット的一方または両方で実行し、両ロボットを微速で接触させることを特徴とするマルチロボットシステムの制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、例えば美術館や博物館の天井のレールに多数のロボットカメラを走行自在に装備し、各カメラからの映像を多数のクライアントに配給するようなマルチロボットシステムに関し、特に、共通のレールに沿って複数台のロボットを任意の方向・速度で走行させる場合の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ハイビジョンのような高品位テレビ、光ファイバ通信、高能率データ圧縮などを基盤とするマルチメディア技術の進展に伴い、つぎのような応用システムが提案されている。それは、高品位テレビにより家庭にいながら例えば美術館や博物館の展示品などを自由に見学・観賞するシステムである。

【0003】このシステムはつぎのような手段により実現できる。美術館の天井にロボットカメラが走行するレールを張り巡らす。レールに搭載したロボットカメラは、家庭にいる観覧者がコントローラを操作することで館内を自由に走行し、カメラの向きやズームなども前記コントローラで遠隔制御される。このカメラで撮影した映像信号が前記コントローラの操作者が見ているテレビ受像機に伝送される。この構成自体はテレビ局などで広く使用されているロボットカメラシステムである。これをマルチメディア技術により個人レベルに普及させ、身体の不自由な人や遠隔地の人が家にいて、前記コントローラを操作しながらテレビを見て、あたかも自分が美術館内を歩き回って観覧しているような映像を楽しめるシステムを企画している。

【0004】このような応用の場合、前記の例に従って説明すれば、美術館内に多数のロボットカメラを装備しておき、いろんな場所にいる多数の人が通信回線を介してそれぞれロボットカメラを遠隔制御し、それぞれ自分が制御するカメラの映像を通信回線を介して身近なテレビで受信する、というマルチプルなシステムが前提となる。これがこの発明の対象となるマルチロボットシステムの概要例であり、以下ではロボットを遠隔制御する人を遠隔オペレータまたは単にオペレータと呼び、ロボットで採取した情報（前記の例ではカメラの映像）の受け手機器をクライアントと呼ぶことにする。オペレータが操作する前記コントローラとクライアントは前述のように対応する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述したマルチロボットシステムでは、多数のオペレータによって個別に制御される多数のロボットが軌道（レール）上で競合しないようにする必要がある。つまり、走行方向や速度の異なるロボットが軌道上で衝突してしまい、そのためにそれぞれ指令された作業を行えないのでは困る。

【0006】そこで複数の軌道を並設しておき、各ロボットの位置や走行方向・速度を集中管理し、あるロボットの走行経路を周辺の他のロボットの走行状態との関係

で適宜に選択し、ロボット同士の衝突を避けつつ指令どおりに走行させるシステムが考えられる。しかし、この場合は以下のような多くの問題点がある。

【0007】まず、複数の軌道を並設して走行経路を切り替えるポイントを設けるなど、軌道設備が複雑化して高価格になり、またポイント部分などで走行異常や故障も起きやすい。並設した軌道数に対してロボットの数が圧倒的に多ければ、衝突を回避するために一部のロボットを停止させるなどの措置が必要であり、そうすればオペレータの指令どおりにロボットが動かない機会が多く発生する。

【0008】また、各ロボットの位置や走行方向・速度を集中管理して各ロボットの走行経路を選択するための制御システムとしては、JRなどで運用されている列車の集中管理システム以上の高機能が要求され（ダイヤで運行管理されている列車と違い、本システムの多数のロボットはどのように動かかわからないため）、その実現にはソフトウェア開発に多大な労力と時間がかかる。また各ロボットの位置・走行方向・速度を詳細に知るためのセンサ系のハードウェアにも多大なコストがかかる。加えて、ある美術館のロボットカメラシステム用にソフトウェアを開発しても、軌道レイアウトの異なる他のシステムにそれを流用できないことも大きな問題である。

【0009】この発明は前述した従来の問題点に鑑みなされたもので、その目的は、個別制御される多数のロボットが走行するマルチロボットシステムで、軌道を共通化し、しかも簡単な制御システムで各ロボットの衝突を回避し、かつ各ロボットの指令作業を実質的に中断させないで済むようにした制御方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明のマルチロボットシステムの制御方法は、以下の構成要件①～⑤を備えたことを特徴とする。

【0011】①情報採取用のセンサ類を搭載した複数台のロボットが共通の軌道に沿って走行する。

【0012】②各ロボットは中央制御部から個別に与えられる時系列の指令情報に従って動作し、前記軌道上での走行方向および走行速度は個別に制御される。

【0013】③各ロボットで採取された採取情報はそれぞれ指定のクライアントに配給される。④前記軌道上において2つのロボットが接近してきて両者の間隔が所定以下になったことを検出する接近検出手段がある。

【0014】⑤指令情報Aに従って動作していてクライアントaに配給する情報を採取している第1のロボットと、指令情報Bに従って動作していてクライアントbに配給する情報を採取している第2のロボットとの接近が前記接近検出手段にて検出された場合に、指令情報Aを第2のロボットに与えると同時に指令情報Bを第1のロボットに与える指令情報切替処理と、第1のロボットによる採取情報をクライアントb向けに変更すると同時に

第2のロボットによる採取情報をクライアントa向けに変更する採取情報切替処理とを関連して行う。

【0015】前記の制御方法において、各ロボットと前記接近検出手段は前記中央制御部にデータ伝送路で結合しておき、前記接近検出手段の検出信号に応動して前記中央制御部が前記指令情報切替処理および前記採取情報切替処理を実行する方法を採れる。

【0016】また前記の制御方法において、各ロボットには前記軌道上にて2台のロボットが接触したときに互いに信号授受可能に結合するコネクタを設けておき、前記指令情報切替処理や前記採取情報切替処理に伴って必要となるデータを接触したロボット間で前記コネクタを介して交換することができる。この場合は、接触した2台のロボット間で前記コネクタを介して所要のデータを交換することで、前記指令情報切替処理および前記採取情報切替処理をこの2台のロボットの側で実行できる。

【0017】また前記の制御方法において、前記接近検出手段により2台のロボットの接近が検出されたときに、両ロボットに与えられている指令情報に優先して両ロボットの相対速度を徐々に小さくする制動制御を両ロボットの一方または両方で実行し、両ロボットを微速で接触させる方法を探ることが望ましい。

【0018】

【作用】第1ロボットが指令情報Aに従って軌道上をゆっくり前進しているとともに（この第1ロボットで採取する情報がクライアントaに配給されている）、第2ロボットが指令情報Bに従って同じ軌道上を高速で前進し、第1ロボットの後方からこれに近づいているとする（この第2ロボットで採取する情報がクライアントbに配給されている）。そして、高速で前進する第2ロボットが低速で先行する第1ロボットに至近距離まで近づくと、前記接近検出手段によりそのことが検出され、前記指令情報切替処理および前記採取情報切替処理が実行される。その結果、先行して追いつかれた第1ロボットが指令情報Bに従って動作して高速で前進するようになり、追いついた第2ロボットが指令情報Aに従って動作して低速で前進するようになる。また同時に、第1ロボットの採取情報がクライアントbに配給され、第2ロボットの採取情報がクライアントaに配給される。つまり第1ロボットと第2ロボットの役割が入れ替わり、2台のロボットをそれぞれ操作している両クライアントから見ると、2台のロボットが並設された別々の軌道上を任意の速度で走行して、先行の低速ロボットを後から高速ロボットが追い越していったのと同じになる。

【0019】軌道上で停止している第1ロボットに第2ロボットが近づいてきた場合や、前進している第1ロボットと後退している第2ロボットが衝突しそうな場合も、前記と同じようにして両ロボットの役割が入れ替わり、クライアント側から見たロボットの動作は継続することになる。

## 【0020】

【実施例】この発明のマルチロボットシステムを適用した美術館のおおまかな内観を図1に示し、そのシステム構成の全体的な概要を図3に示している。図1のように、美術館の天井に観賞コースに沿って1本のレール1を張り巡らせ、そのレール1にぶら下がるように複数のロボットカメラRn (n=1, 2, ... i) を装着している。各ロボットカメラRnは個別に制御されてレール1に沿って走行する。

【0021】図2に示すように、各ロボットカメラRnにはサーボ制御される雲台2を介してハイビジョン・テレビカメラ3が搭載されている。このテレビカメラ3で絵画や彫刻などの展示品を撮影し、その映像信号を中央制御部4を介して各クライアントに伝送し、クライアント側に設置されているテレビ受像機5に映し出して観賞する。各クライアントのテレビ受像機5にはロボットカメラのコントローラ6が付帯している。

【0022】各ロボットカメラRnのシステム構成を図4に示している。この図4と図2に示すように、ロボットカメラRnの本体の前面と背面には前述の接近検出手段に相当する接近センサ7が配設されている。これは電磁式または光電式などの近接センサを使用する。2台のロボットカメラが一定距離以下に近づくと、両ロボットカメラの接近センサ7の検出信号がそれぞれオンとなる。また、ロボットカメラRnの本体の前面と背面にはロボット間コネクタ8も配設されている。このコネクタ8は2台のロボットカメラが接触したときに相互に結合し、両方のコネクタ8を介して相互に信号伝送可能となる。またコネクタ8同士が結合したときに、2台のロボットカメラにおけるロボット制御部9は特定のコネクタピンから特定の論理信号を得ようになっている、その信号がロボットカメラ同士の接触検知信号として利用される。

【0023】図4に示すように、各ロボットカメラRnは、レール1に沿ってロボットを適宜速度で前進または後退させる走行駆動部10と、テレビカメラ3の方位角を変える方位角駆動部11と、テレビカメラ3の俯角を変える俯角駆動部12と、テレビカメラ3の撮影レンズの焦点距離を変えるズーム駆動部13とを備えている。これら各駆動部10～13はロボット制御部9によりサーボ制御される。

【0024】ロボット制御部9は伝送制御部14を介して中央制御部4につながるデータ伝送路に結合し、テレビカメラ3の映像信号出力系は伝送制御部15を介して中央制御部4につながるデータ伝送路に結合している。各ロボットカメラRnと中央制御部4とを結合するデータ伝送路としては、レール1を利用した有線方式でもよいし、レーザや赤外線などを利用した無線方式でもよい。

【0025】また各クライアントと中央制御部4とは、

ISDNなどの公衆デジタル回線や、光ファイバ通信や衛星通信を利用した専用デジタル回線で結合される。クライアント側のオペレータが操作するコントローラ6からは、ロボットカメラRnにおける走行駆動部10・方位角駆動部11・俯角駆動部12・ズーム駆動部13をサーボ制御するための指令情報が発生し、これが前記データ伝送路を介して中央制御部4に伝送され、中央制御部4から所定の1台のロボットカメラに伝えられる。この指令情報は伝送制御部14からロボット制御部9に伝えられ、その指令情報に従って各駆動部10～13がサーボ制御される。また反対のデータの流れて、テレビカメラ3からの映像信号が伝送制御部15から中央制御部4に伝送され、さらに中央制御部4から所定のクライアントのテレビ受像機5に配給される。

【0026】コントローラ6においては、走行駆動部10に関連し、前進ボタン・後退ボタン・停止ボタンがあり、また増速ボタンと減速ボタンがある。また方位角駆動部11・仰角駆動部12・ズーム駆動部13に関連し、それぞれ(+)ボタンと(-)ボタンがある。コントローラ6のこれらのボタンの入力信号がロボット制御部9に伝えられ、ロボット制御部9がその信号から各駆動部10～13のサーボ制御信号を生成し、各部に与える。これでロボット走行の前進・後退・停止・増速・減速が制御されるし、カメラの方位角・仰角・ズームの変位のインクリメントおよびディクリメントが制御される。

【0027】このようなサーボ制御を行うにあたり、ロボット制御部9のサーボ情報メモリ16には各駆動部10～13に与えている最新の制御量の情報が更新されながら記憶される。2台のロボットカメラが接触したときに、つぎに説明するように、メモリ16に格納されている最新の制御量の情報が前記コネクタ8を介して交換される。

【0028】つぎに、2台のロボットカメラR1とR2とがレール1上で衝突しそうなときの制御動作を図5と図6のフローチャートに従って順番に説明する。

【0029】まず、ロボットカメラR1がクライアントaによって使用され、ロボットカメラR2がクライアントbによって使用されているとする。つまり、クライアントaのコントローラ6から発生する指令情報Aに従ってロボットカメラR1がサーボ制御され、このカメラR1からの映像信号がクライアントaのテレビ受像機5に映し出されている。一方、クライアントbのコントローラ6から発生する指令情報Bに従ってロボットカメラR2がサーボ制御され、このカメラR2からの映像信号がクライアントbのテレビ受像機5に映し出されている。

【0030】そして例えば、ロボットカメラR1が高速で前進していて、その前を低速で前進しているロボットカメラR2に徐々に近づいている場合を想定する。各ロボットカメラRnのロボット制御部9は図5のフローチ

ャートに示す監視制御を行っているとともに、中央制御部4は図6のフローチャートに示す監視制御を行っている。

【0031】2台のロボットカメラR1とR2とが所定間隔以下まで接近すると、それぞれの接近センサ7の出力がオンになる。この信号を受けて両ロボット制御部9は前方または後方に別のロボットカメラが接近していることがわかり、中央制御部4にその旨を通知する（ステップ500→501）。中央制御部4は、両ロボット制御部9からの接近通知を受けて、ロボットカメラR1とR2間での指令情報切替処理と映像信号切替処理の準備をしながら、両ロボット制御部9からの接触通知を待つ（ステップ600→601→602）。

【0032】また両ロボット制御部9は、前記の接近通知を出した後、ロボットカメラR1とR2とが激しく衝突するのを回避するために、ステップ502では制動制御を行う。この制動制御はロボットカメラR1とR2のうちの高速で近づいている側のロボットカメラR1において、その前進速度を強制的に低下させることで行う。制動制御を行いながらコネクタ8からの信号をチェックして、ロボットカメラR1とR2が接触するのを待つ（ステップ503）。

【0033】さらに両ロボット制御部9は、コネクタ8から接触検知信号が得られたならば、中央制御部4にその旨を通知するとともに（ステップ504）、結合したコネクタ8を介してそれぞれのサーボ情報メモリ16に格納されている最新の制御量情報を互いに交換する（ステップ505）。これで2台のロボットカメラR1とR2では、各駆動部10～13の現在の動作状態を示すパラメータを交換したことになる。

【0034】また中央制御部4では、前記の接触通知を受けて、ロボットカメラR1とR2およびクライアントaとbについて、指令情報の切替処理と映像信号の切替処理を実行する（ステップ603→604）。つまり、クライアントaのコントローラ6から発生する指令情報AがロボットカメラR2に供給され、ロボットカメラR2が指令情報Aに従ってサーボ制御され、このカメラR2からの映像信号がクライアントaのテレビ受像機5に映し出される。同時に、クライアントbのコントローラ6から発生する指令情報BがロボットカメラR1に供給され、ロボットカメラR1が指令情報Bに従ってサーボ制御され、このカメラR1からの映像信号がクライアントbのテレビ受像機5に映し出される。

【0035】このようにロボットカメラR1とR2とが役割が入れ替わり、ロボットカメラR1がクライアントbによって使用され、ロボットカメラR2がクライアントaによって使用されることになる。しかも役割の入れ替わりに伴う動作の連続性がほぼ保たれ、過渡的な動作の混乱はごく軽度である。

【0036】

【発明の効果】この発明によれば、個別に制御される多数のロボットが同じ軌道上を走行するマルチロボットシステムにおいて、別々の制御指令に従って動作している2台のロボットが軌道上で衝突しそうになると、前記指令情報切替処理および前記採取情報切替処理が実行されて2台のロボットの役割が入れ替わり、それぞれロボットに対して指令情報を与えてロボットの採取情報を受け取っているクライアント側から見ると、2台のロボットはそれぞれ指令通りに動作を継続し、クライアントが要求している採取情報を継続的にクライアントに伝送できる。

【0037】したがって、ロボット同士の衝突を避けるために同一ルートに複数の軌道を並設してポイント切替をするシステムに比べ、軌道設備およびその制御系ははるかに簡単で安価になり、かつ動作の信頼性も高いものとなる。また、前記接近検出手段の検出信号に応動して前記の指令情報切替処理および採取情報切替処理を行うシステムなので、列車の集中管理システムのような複雑で高度な制御機能は必要なく、そのため制御システムのハードウェアおよびソフトウェアは簡単で安価なもので済む。しかも、そのような簡単な制御システムで、個別に制御されてどのように動くかわからないロボットの衝突を適切に回避できる。

【0038】前記の指令情報切替処理および採取情報切替処理を前記中央制御部で行うように構成すれば、各ロボット側のハードウェアとソフトウェアの構成は簡単になる。また前記コネクタを設け、指令情報切替処理および採取情報切替処理の一部または全部を各ロボット側で行うように構成すれば、前記中央制御部の構成は簡単になり、また切替時の過渡状態を良好に制御できる。もちろん、2台のロボットを適切に制動して微速で接触させるようにすることで、衝突に伴う機械的な損傷をほとんど完全に防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のマルチロボットシステムを適用した美術館のおおまかな内観図である。

【図2】同上実施例におけるロボットカメラの概略の外観図である。

【図3】同上実施例のシステム全体の概略構成を示すブロック図である。

【図4】同上実施例におけるロボットカメラの概略構成を示すブロック図である。

【図5】同上実施例におけるロボット制御部の要部動作を示すフローチャートである。

【図6】同上実施例における中央制御部の要部動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 レール（軌道）

2 雲台

50 3 テレビカメラ

(6)

特開平8-336067

9

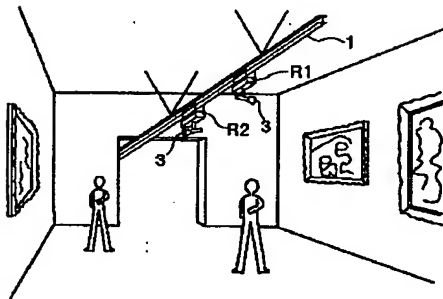
10

- 4 中央制御部
- 5 テレビ受像機
- 6 コントローラ
- 7 接近センサ (接近検出手段)
- 8 コネクタ
- 9 ロボット制御部
- 10 走行駆動部

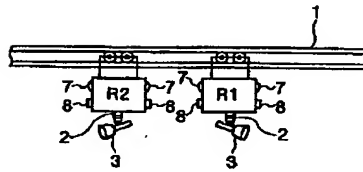
- \* 11 方位角駆動部
- 12 俯角駆動部
- 13 ズーム駆動部
- 14 伝送制御部
- 15 伝送制御部
- 16 サーボ情報メモリ

\*

【図1】

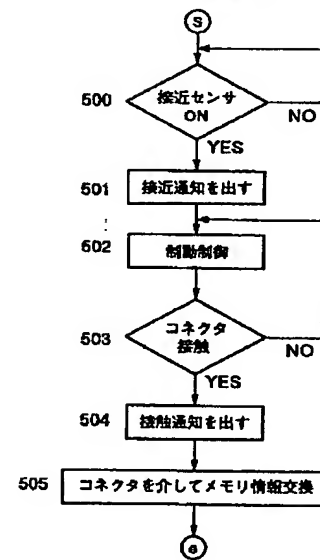


【図2】

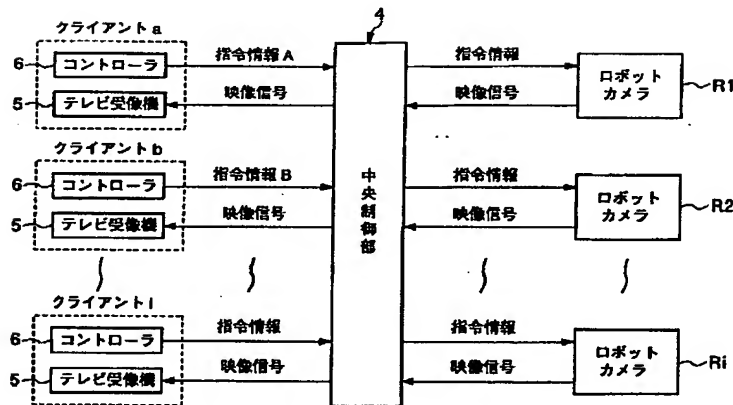


【図5】

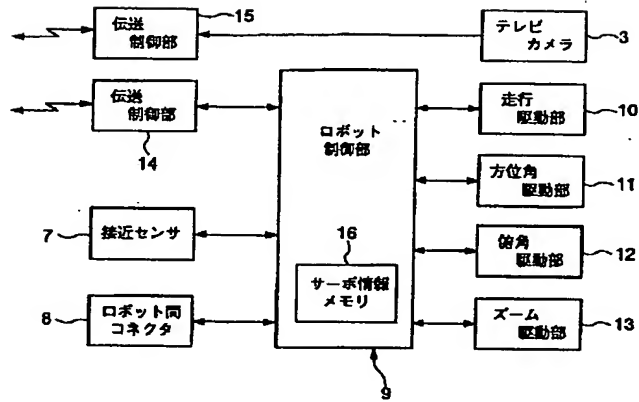
ロボット制御部



【図3】



【図4】



【図6】

